

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2003-139846

(P2003-139846A)

(43)公開日 平成15年 5月14日 (2003.5.14)

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>

G 0 1 S 13/10  
7/292

識別記号

F I

G 0 1 S 13/10  
7/292

テーマコード(参考)

5 J 0 7 0

E

審査請求 有 請求項の数10 O L (全 23 頁)

(21)出願番号 特願2001-339601(P2001-339601)

(22)出願日 平成13年11月 5日 (2001.11.5)

(71)出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72)発明者 岡村 茂一

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三  
菱電機株式会社内

(74)代理人 100057874

弁理士 曾我 道照 (外6名)

Fターム(参考) 5J070 AB01 AC02 AD02 AH02 AH13

AH14 AH19 AH40 AK02 AK22

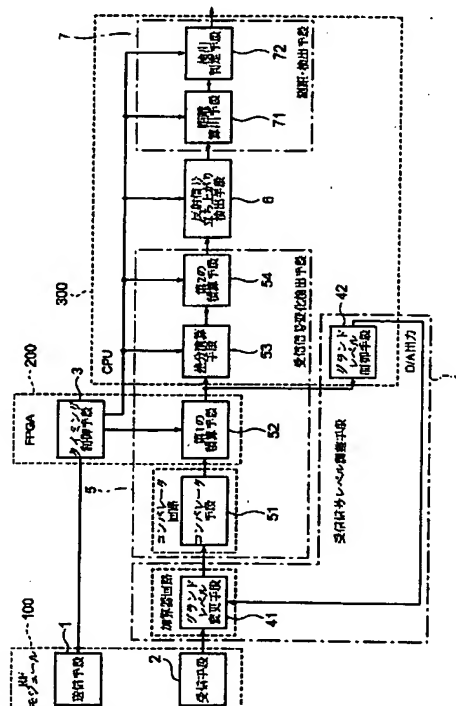
AK35

(54)【発明の名称】 パルスレーダ装置

(57)【要約】

【課題】 受信信号にノイズ信号が存在しても目標物体からの反射波形を判別して目標物体までの距離を測定することのできるパルスレーダ装置を得る。

【解決手段】 パルス信号の送信間隔を制御するタイミング制御手段と、タイミング制御手段の制御下でパルス信号を送信する送信手段と、パルス信号による目標物体からの反射信号成分およびノイズ成分を含む受信信号を受信する受信手段と、タイミング制御手段の制御下で第1の送信間隔中に送信された所定送信回数分のパルス信号の集合および第2の送信間隔中に送信された所定送信回数分のパルス信号の集合の受信信号の集合の変化を検出する受信信号変化検出手段と、受信信号の集合の変化に基づいて反射信号成分の立ち上がり時点を検出する反射信号立ち上がり検出手段と、反射信号の立ち上がり時点に基づいて距離値を求めるとともに、目標物体の存在を判定する測距・検出手段とを備えた。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 パルス信号の送信間隔を制御するタイミング制御手段と、

前記タイミング制御手段の制御下でパルス信号を送信する送信手段と、

前記パルス信号による目標物体からの反射信号成分およびノイズ成分を含む受信信号を受信する受信手段と、

前記タイミング制御手段の制御下で第 1 の送信間隔中に送信された所定送信回数分の前記パルス信号の集合および第 2 の送信間隔中に送信された前記所定送信回数分の前記パルス信号の集合の受信信号の集合の変化を検出する受信信号変化検出手段と、

前記受信信号の集合の変化に基づいて前記反射信号成分の立ち上がり時点を検出する反射信号立ち上がり検出手段と、

前記反射信号の立ち上がり時点に基づいて距離値を求めるとともに、前記目標物体の存在を判定する測距・検出手段とを備えたことを特徴とするパルスレーダ装置。

【請求項 2】 前記受信信号変化検出手段は、前記受信信号のレベルを所定レベルと比較して、前記受信信号を 2 値化するコンパレータ手段と、

前記コンパレータ手段の出力値をサンプリングし、前記所定送信回数分の前記第 1 および第 2 の送信間隔毎に前記出力値を積算し、サンプリングタイミング毎の第 1 および第 2 の積算値を算出する第 1 の積算手段と、前記第 1 および第 2 の積算値との差分値を算出する差分演算手段と、

前記サンプリングタイミング毎に前記差分値を所定の積算回数分だけ積算する第 2 の積算手段とを備えたことを特徴とする請求項 1 に記載のパルスレーダ装置。

【請求項 3】 前記受信信号変化検出手段は、前記受信信号のレベルを所定レベルと比較して、前記受信信号を 2 値化するコンパレータ手段と、

前記コンパレータ手段の出力値をサンプリングし、前記所定送信回数分の前記第 1 および第 2 の送信間隔毎に前記出力値を積算し、サンプリングタイミング毎の第 1 および第 2 の積算値を算出する第 1 の積算手段と、

前記第 1 および第 2 の積算値の平均値を算出し、前記平均値と前記第 1 および第 2 の積算値との差分値を算出する差分演算手段と、

前記サンプリングタイミング毎に前記差分値を所定の積算回数分だけ積算する第 2 の積算手段とを備えたことを特徴とする請求項 1 に記載のパルスレーダ装置。

【請求項 4】 前記受信信号変化検出手段は、前記受信信号のレベルを所定レベルと比較して、前記受信信号を 2 値化するコンパレータ手段と、

前記コンパレータ手段の出力値をサンプリングし、前記所定送信回数分の前記第 1 および第 2 の送信間隔毎に前記出力値を積算し、サンプリングタイミング毎の第 1 および第 2 の積算値を算出する第 1 の積算手段と、

前記第 1 および第 2 の積算値との第 1 の差分値を算出する第 1 の差分演算手段と、

前記第 1 および第 2 の積算値の平均値を算出し、前記平均値と前記第 1 および第 2 の積算値との第 2 の差分値を算出する第 2 の差分演算手段と、

前記サンプリングタイミング毎に前記第 1 および第 2 の差分値を所定の積算回数分だけ積算する第 2 の積算手段とを備えたことを特徴とする請求項 1 に記載のパルスレーダ装置。

10 【請求項 5】 前記反射信号立ち上がり検出手段は、前記第 2 の積算手段による積算値を所定の検出しきい値と比較して、前記積算値が前記検出しきい値を超えたときのサンプリングタイミングのうち最も送信時刻の早いサンプリングタイミングを前記立ち上がり時点として検出することを特徴とする請求項 1 から請求項 4 までのいずれかに記載のパルスレーダ装置。

【請求項 6】 前記反射信号立ち上がり検出手段は、前記積算値に基づいて前記検出しきい値を可変設定する検出しきい値設定手段を含み、

20 前記積算値を前記検出しきい値設定手段により設定された検出しきい値と比較して、前記サンプリングタイミングを検出することを特徴とする請求項 5 に記載のパルスレーダ装置。

【請求項 7】 前記検出しきい値設定手段は、前記サンプリングタイミング毎の前記積算値の平均値を算出し、前記平均値をノイズレベルに設定するノイズレベル設定手段と、

30 前記ノイズレベルに基づいて前記検出しきい値を算出する検出しきい値算出手段とを含むことを特徴とする請求項 6 に記載のパルスレーダ装置。

【請求項 8】 前記測距・検出手段は、前記立ち上がり時点に基づいた前記距離値を算出する距離算出手段と、前記距離値を所定の設定値と比較して、前記目標物体の存在を判定する検出判定手段とを備えたことを特徴とする請求項 1 から請求項 7 までのいずれかに記載のパルスレーダ装置。

40 【請求項 9】 前記第 1 および第 2 の積算値に基づいて前記受信信号のグランドレベルを調整する受信信号レベル調整手段を備えたことを特徴とする請求項 1 から請求項 8 までのいずれかに記載のパルスレーダ装置。

【請求項 10】 前記受信信号レベル調整手段は、前記第 1 および第 2 の積算値に基づいて前記グランドレベルを調整するための制御信号を出力するグランドレベル制御手段と、

前記制御信号に基づいて前記受信信号のグランドレベルを変更するグランドレベル変更手段とを備えたことを特徴とする請求項 9 に記載のパルスレーダ装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

50 【発明の属する技術分野】 この発明は、目標物体までの

距離を計測するパルスレーダ装置に関するものである。

#### 【0002】

【従来の技術】従来より、アンテナから送信信号を送信し、複数の目標物体（物標）を反射する反射信号を受信して、それぞれの目標物体の存在を検知すると共に、目標物体の位置を測定するためのパルスレーダ装置は、よく知られている。

【0003】パルスレーダ装置においては、受信した反射信号を利用して信号処理が行われるが、実際には、パルスレーダ装置に設置されたレドームなどからの反射信号なども受信されるので、目標物体を分離抽出するための信号処理装置なども必要となる。

【0004】図26は、例えば、特開平7-72237号公報に記載された従来のパルスレーダ装置を示すブロック図である。図26において、パルスレーダ装置は、送信手段2601と、制御手段2602と、受信手段2603と、サンプリング手段2604と、加算・記憶手段2605と、判定手段2606とを備えている。

【0005】送信手段2601は、制御手段2602からの出力指示にしたがって、目標物体に向けてパルス状の信号（送信信号）を周期的に出力（送信）する。

【0006】パルスレーダ装置から送信された送信信号は、複数の目標物体で反射されて受信手段2603に入力される。受信手段2603は、各目標物体からの反射信号を含んだ受信信号（パルス信号）を連続的に受信して、2値化する。

【0007】サンプリング手段2604は、制御手段2602の指示にしたがって、2値化されたパルス信号を「0」または「1」の値にサンプリングし、サンプリング点毎のサンプリング値を、それぞれのサンプリング点に対応する加算・記憶手段2605に入力する。

【0008】加算・記憶手段2605は、送信手段2601からの送信信号の送信回数分に応じて、サンプリング値を加算する。

【0009】判定手段2606は、加算・記憶手段2605での各加算値を加算回数で除算して得られる各正規化加算値と、あらかじめ設定した検出しきい値（閾値）とを比較し、比較結果の大小関係に基づいて目標物体からの反射信号の有無を判定する。また、判定手段2606は、反射信号の有無の判定結果から目標物体の有無を判定するとともに、この判定結果から目標物体までの距離を算出する。

【0010】なお、このような従来装置においては、一般に、送信パルス幅は、66.7 ns（距離にして10 mに相当する）に設定されている。

【0011】図27は、送受信波形を反射波形および漏れ込み波形とともに示すタイミングチャートである。

【0012】例えば、目標物体が10 m以内に存在し、送信・受信のアイソレーションが悪く受信信号に漏れ込み波が存在したり、レドームからの反射信号が存在する

場合、受信信号は、図27のように、漏れ込み信号、レドームなどのパルスレーダ装置に固定された物体からの反射信号（図示せず）、非送信中にも存在する雑音（図示せず）などのノイズ信号と、目標物体からの反射信号との波形が重なり合って検出される。

【0013】したがって、非送信中の受信レベル（雑音レベル）だけを基にして検出しきい値を設定して、目標物体からの反射信号を判別しようとしても、漏れ込み波形またはレドームなどの反射波形の立ち上がりしか検出することができないので、目標物体からの反射波形の立ち上がりを検出することができない。

【0014】以上のようなことから、図26に示す従来装置においては、近距離の目標物体を検出して、距離を測定することは困難である。

【0015】上記課題を解決するための対策は、従来より各種文献に記載されている。

【0016】例えば、1998年の文献「W. Weidmann and D. Steinbuch, "High Resolution Radar for Short Range Automotive Applications", 28th European Microwave Conference Amsterdam, 1998」には、送信パルス幅を350 ps（前述の従来装置よりも非常に短い）に設定した方法が記載されている。

【0017】しかしながら、この方法は、目標物体までの距離が約5 cm以下の場合でしか漏れ込み波形と目標物体の反射波形とが重ならないので、上述の問題はほぼ解決されるものの、広い周波数占有帯域幅を必要とし、現行の電波法の範囲では使用できない。

【0018】また、特開平10-62518号公報には、送信波形を利用して漏れ込み波形を打ち消す方法が記載されている。しかしながら、この方法は、使用条件の違いなどによる送信信号の送信から漏れ込み波形の受信までの時間の違いや、漏れ込み波形の大きさの違いなどに対応することが難しく、状況に合わせてパルスレーダ装置を調整しなければならない。

#### 【0019】

【発明が解決しようとする課題】従来のパルスレーダ装置は以上のように、受信信号にノイズ信号が存在する場合、受信信号は、ノイズ信号と目標物体からの反射信号との波形が重なり合って検出されるので、非送信中の受信レベル（雑音レベル）だけをもとにして検出しきい値を設定して目標物体からの反射信号を判別しようとしても、目標物体からの反射波形の立ち上がりを検出することができず、距離を測定することは困難であるという問題点があった。

【0020】また、送信パルス幅を350 psまで短くする方法を適用すると、目標物体までの距離が約5 cm以下の場合でしか漏れ込み波形と目標物体の反射波形と

が重ならないので、上述の問題はほぼ解決されるものの、広い周波数占有帯域幅を必要とし、現行の電波法の範囲では使用できないという問題点があった。

【0021】さらに、送信波形を利用して漏れ込み波形を打ち消す方法を適用すると、使用条件の違いなどによる送信信号の送信から漏れ込み波形の受信までの時間の違いや、漏れ込み波形の大きさの違いなどに対応することが難しく、状況に合わせてパルスレーダ装置を調整しなければならないという問題点があった。

【0022】この発明は上記のような問題点を解決するためになされたもので、受信信号にノイズ信号が存在しても、目標物体からの反射波形を判別して目標物体までの距離を測定することのできるパルスレーダ装置を得ることを目的とする。

【0023】また、この発明は、送受信間の漏れ込み信号、レドームなどのパルスレーダ装置に固定された物体からの反射信号、非送信中などにも存在する雑音成分などのノイズ信号と、目標物体からの反射信号との位相差による受信信号の変化から、現行の電波法の範囲内で、正しく目標物体を検出することのできるパルスレーダ装置を得ることを目的とする。

【0024】また、この発明は、パルスレーダ装置を調整せずに、使用条件の違いなどによる送信信号の送信から漏れ込み波形の受信までの時間の違いや、漏れ込み波形の大きさの違いなどに対応することのできるパルスレーダ装置を得ることを目的とする。

【0025】

【課題を解決するための手段】この発明に係るパルスレーダ装置は、パルス信号の送信間隔を制御するタイミング制御手段と、タイミング制御手段の制御下でパルス信号を送信する送信手段と、パルス信号による目標物体からの反射信号成分およびノイズ成分を含む受信信号を受信する受信手段と、タイミング制御手段の制御下で第1の送信間隔中に送信された所定送信回数分のパルス信号の集合および第2の送信間隔中に送信された所定送信回数分のパルス信号の集合の受信信号の集合の変化を検出する受信信号変化検出手段と、受信信号の集合の変化に基づいて反射信号成分の立ち上がり時点を検出する反射信号立ち上がり検出手段と、反射信号の立ち上がり時点に基づいて距離値を求めるとともに、目標物体の存在を判定する測距・検出手段とを備えたものである。

【0026】また、この発明に係るパルスレーダ装置の受信信号変化検出手段は、受信信号のレベルを所定レベルと比較して、受信信号を2値化するコンパレータ手段と、コンパレータ手段の出力値をサンプリングし、所定送信回数分の第1および第2の送信間隔毎に出力値を積算し、サンプリングタイミング毎の第1および第2の積算値を算出する第1の積算手段と、第1および第2の積算値との差分値を算出する差分演算手段と、サンプリングタイミング毎に差分値を所定の積算回数分だけ積算す

る第2の積算手段とを備えたものである。

【0027】また、この発明に係るパルスレーダ装置の受信信号変化検出手段は、受信信号のレベルを所定レベルと比較して、受信信号を2値化するコンパレータ手段と、コンパレータ手段の出力値をサンプリングし、所定送信回数分の第1および第2の送信間隔毎に出力値を積算し、サンプリングタイミング毎の第1および第2の積算値を算出する第1の積算手段と、第1および第2の積算値の平均値を算出し、平均値と第1および第2の積算値との差分値を算出する差分演算手段と、サンプリングタイミング毎に差分値を所定の積算回数分だけ積算する第2の積算手段とを備えたものである。

【0028】また、この発明に係るパルスレーダ装置の受信信号変化検出手段は、受信信号のレベルを所定レベルと比較して、受信信号を2値化するコンパレータ手段と、コンパレータ手段の出力値をサンプリングし、所定送信回数分の第1および第2の送信間隔毎に出力値を積算し、サンプリングタイミング毎の第1および第2の積算値を算出する第1の積算手段と、第1および第2の積算値との第1の差分値を算出する第1の差分演算手段と、第1および第2の積算値の平均値を算出し、平均値と第1および第2の積算値との第2の差分値を算出する第2の差分演算手段と、サンプリングタイミング毎に第1および第2の差分値を所定の積算回数分だけ積算する第2の積算手段とを備えたものである。

【0029】また、この発明に係るパルスレーダ装置の反射信号立ち上がり検出手段は、第2の積算手段による積算値を所定の検出しきい値と比較して、積算値が検出しきい値を超えたときのサンプリングタイミングのうち最も送信時刻の早いサンプリングタイミングを立ち上がり時点として検出するものである。

【0030】また、この発明に係るパルスレーダ装置の反射信号立ち上がり検出手段は、積算値に基づいて検出しきい値を可変設定する検出しきい値設定手段を含み、積算値を検出しきい値設定手段により設定された検出しきい値と比較して、サンプリングタイミングを検出するものである。

【0031】また、この発明に係るパルスレーダ装置の検出しきい値設定手段は、サンプリングタイミング毎の積算値の平均値を算出し、平均値をノイズレベルに設定するノイズレベル設定手段と、ノイズレベルに基づいて検出しきい値を算出する検出しきい値算出手段とを含むものである。

【0032】また、この発明に係るパルスレーダ装置の測距・検出手段は、立ち上がり時点に基づいた距離値を算出する距離算出手段と、距離値を所定の設定値と比較して、目標物体の存在を判定する検出判定手段とを備えたものである。

【0033】また、この発明に係るパルスレーダ装置は、第1および第2の積算値に基づいて受信信号のグラ

ンドレベルを調整する受信信号レベル調整手段を備えたものである。

【0034】また、この発明に係るパルスレーダ装置の受信信号レベル調整手段は、第1および第2の積算値に基づいてグラントレベルを調整するための制御信号を出力するグラントレベル制御手段と、制御信号に基づいて受信信号のグラントレベルを変更するグラントレベル変更手段とを備えたものである。

【0035】

【発明の実施の形態】実施の形態1。以下、図面を参照しながら、この発明の実施の形態1について詳細に説明する。図1は、この発明の実施の形態1を示すブロック構成図である。

【0036】図1において、パルスレーダ装置は、送信手段1および受信手段2を含むRFモジュール100と、タイミング制御手段3を含むFPGA（プログラム設定手段）200と、受信信号レベル調整手段4と、受信信号変化検出手段5と、受信信号変化検出手段5の一部、反射信号立ち上がり検出手段6および測距・検出手段7を含むCPU300を備えている。

【0037】受信信号レベル調整手段4は、グラントレベル変更手段41と、グラントレベル制御手段42とから構成されている。

【0038】受信信号変化検出手段5は、コンパレータ手段51と、第1の積算手段52と、差分演算手段53と、第2の積算手段54とから構成されている。

【0039】測距・検出手段7は、距離算出手段71と、検出判定手段72とから構成されている。

【0040】RFモジュール100は、送信手段1において、所定幅（例えば96ns）のパルス状の電磁波（例えば中心周波数24.125GHz）を一定の周期（例えば1024ns）で送信する。受信手段2においては、送信手段1が送信した電磁波の目標物体（物標）や周辺物体などによる反射波を受信する。

【0041】次に、図2を参照しながら、この発明の実施の形態1によるRFモジュール100の動作について説明する。図2は、この発明の実施の形態1によるRFモジュール100を示すブロック構成図である。

【0042】図2において、送信手段1は、TxLO（発振器）11と、ミキサ12と、モジュレータ13と、通倍器14と、フィルタ15と、送信アンテナ16とを備えている。

【0043】受信手段2は、受信アンテナ21と、増幅器22と、ミキサ23と、増幅器24と、フィルタ25と、増幅器26と、検出器27とを備えている。

【0044】また、RFモジュール100は、送信手段1および受信手段2に関連した発振器101を備えている。発振器101は、各ミキサ12、23に発振電力を供給する分配器を含む。

【0045】図2において、発振器（RxLO）101

での10.8375GHzの信号は、ミキサ12で発振器11からの1.225GHzの信号とミキシングされた後、モジュレータ13で、タイミング制御手段3からの送信制御信号に基づいてパルス信号となる。

【0046】続いて、パルス信号は、通倍器14で2通倍された後、フィルタ15で24.125GHzの信号となり、送信アンテナ16から送信信号（電磁波）として外部に送信（放射）される。

【0047】送信信号は、目標物体や周辺の物体などにより反射されて反射信号となり、受信アンテナ21で受信され、増幅器22で増幅された後、ミキサ23で発振器101からの信号とミキシングされて中間周波数まで低減される。

【0048】続いて、周波数低減された受信信号は、増幅器24、フィルタ25、増幅器26を経由し、検出器27で包絡線検波されて受信信号となる。こうして、受信信号は、加算器回路のグラントレベル変更手段41に入力される。

【0049】図1において、グラントレベル変更手段41は、受信信号が飽和しないように、後述するCPU内のグラントレベル制御手段42の指示にしたがって、受信信号のグラントレベルを変更し、コンパレータ手段51に受信信号を入力する。

【0050】コンパレータ手段51は、受信信号を2値化し、受信信号をFPGA内の第1の積算手段52に入力する。

【0051】次に図3および図4を参照しながら、この発明の実施の形態1によるFPGA200の動作について説明する。

【0052】図3は、図1内のFPGA200を示すブロック構成図であり、図4は、この発明の実施の形態1によるFPGA200に入出力または生成される各種信号の波形を示すタイミングチャートである。

【0053】図3において、第1の積算手段52は、nビットのシフトレジスタ52aと、各ビットに対応した加算器52bと、積算レジスタ52cとを備えている。

【0054】タイミング制御手段3には、CPU300からの読込信号と、FPGA200に接続された発振器（図示せず）からのクロック信号（例えば、125MHz=8ns周期）とが入力されている。

【0055】タイミング制御手段3は、クロック信号に基づいて、送信手段1での送信信号（電磁波）の送信タイミング（ON/OFF）を制御する送信制御信号（例えば、幅96ns、周期1024ns）を生成し、送信手段1に入力する。送信手段1は送信制御信号の送信タイミングに合わせて送信信号を放射する。

【0056】また、タイミング制御手段3は、送信制御信号の出力と同時に、第1の積算手段52内のシフトレジスタ52aに対して、ビット数n分だけのシフト信号を出力するとともに、加算器52bに対する加算信号

と、積算用レジスタに対する積算信号とを出力する。

【0057】第1の積分手段52は、まず、シフト信号のパルスの立ち上がりにしたがって、シフトレジスタ52aを1ビットずつシフトしながら、2値化された受信信号をシフトレジスタ52aの各ビット（サンプリングタイミング）に格納する（サンプリング）。

【0058】また、各加算器52bは、加算信号にしたがって、シフトレジスタ52a内に格納された2値化された受信信号と積算用レジスタ52cの内容とをビット毎（サンプリングタイミング毎）に加算して出力する。

【0059】また、各積算用レジスタ52cは、積算信号にしたがって、加算器52bからの加算値を記録し、CPU300からの要求があるときには、記録した積算用レジスタ52c内の積算値（加算値）をCPU300に出力する。

【0060】タイミング制御手段3は、このような第1の積算手段52の処理を1回送信信号を送信するたびに繰り返す。所定送信回数（例えば、1000回を1区切り）だけ繰り返すと、第1の積算手段52による処理終了を示す積算処理終了信号を生成し、CPU300に入力する。

【0061】CPU300は、タイミング制御手段3から積算処理終了信号を受信すると、積算用レジスタ52cから各積算値を読み出す。

【0062】次に、図5のフローチャートを参照しながら、この発明の実施の形態1によるCPU300内の各手段6、42、53、54、71、72の動作について説明する。

【0063】図5において、まず、CPU300の内部の初期化を行い（ステップ501）、データの初期化を行う（ステップ502）。

【0064】続いて、第1の積算手段52からの積算処理終了信号が受信されたか否かを判定し（ステップ503）、受信された（すなわち、YES）、と判定されれば、FPGA200のデータ入力処理を行い、各サンプリングタイミング（シフトレジスタ52aの各ビット）での積算値を2次元配列FPGA[i][j]に格納していく（ステップ504）。

【0065】ここで、i（ $i=0\sim M$ ；Mはシフトレジスタ52aのビット数）はサンプリングタイミングを、j（ $j=0\sim N-1$ ；第1の積算手段52での繰り返し数（積算回数）。例えば送信信号を1回送信すると1000回繰り返して1区切りとし、以降、6000回目までの送信信号を利用する場合、繰り返し数は60回、 $j=0\sim 59$ ）は格納の順番を示す。

【0066】次に、第1の積算手段52からの積算処理終了信号の受信回数が、所定回数（ここでは、60回）に達したか否かを判定し（ステップ505）、所定回数に達していない（すなわち、NO）と判定されればステップ503に戻り、所定回数に達した（すなわち、YE 50

S）と判定されれば、グラウンドレベル制御手段42による制御処理を行う（ステップ506）。

【0067】ステップ506において、グラウンドレベル制御手段42は、各サンプリングタイミングにおける積算値の平均値を算出し、平均値とあらかじめ設定した検出しきい値とを比較し、その比較結果にしたがって、受信信号のグラウンドレベルを調整するための制御信号をグラウンドレベル変更手段41に出力する。

【0068】続いて、差分演算手段53は、各サンプリングタイミングにおける積算値を各サンプリングタイミング毎に呼び出し、前回の積算値（今回が送信1001回目から2000回目までの積算値とすれば、前回は1回目から1000回目までの積算値）との差分を算出する（ステップ507）。

【0069】続いて、第2の積算手段54は、第1の積算手段52での繰り返し分（ここでは、60回分）の差分演算手段53の算出結果をサンプリングタイミング毎にすべて積算する（ステップ508）。

【0070】次に、反射信号立ち上がり検出手段6は、各サンプリングタイミングでの第2の積算手段54の積算値と、あらかじめ設定した検出しきい値とを比較し、検出しきい値を超える積算値のサンプリングタイミングのうち、最も送信時刻に近いサンプリングタイミングを検出する（ステップ509）。

【0071】また、距離算出手段71は、ステップ509で検出されたサンプリングタイミングに基づいて、反射物体までの距離を算出する（ステップ510）。

【0072】また、検出判定手段72は、ステップ510で算出された距離に基づいて、目標物体が存在するか否かの判定処理を行う（ステップ511）。

【0073】最後に、処理周期の50msが経過したか否かを確認し（ステップ512）、もし経過した（すなわち、YES）と判定されれば、データ初期化処理（ステップ502）に戻って動作を繰り返す。

【0074】次に、図6の説明図を参照しながら、この発明の実施の形態1によるグラウンドレベル制御処理について説明する。

【0075】図6において、受信信号は、ノイズ成分（漏れ込み成分、パルスレーダ装置に固定された物体からの反射信号成分（図示せず）、非送信中などにも存在する雑音成分（図示せず）など）と目標物体からの反射信号成分とが存在する。

【0076】しかし、たとえば、点線Aの位置に検出しきい値を設定して2値化すると、周辺の目標物体の有無に関わらず常時「1」となり、受信信号の変動がなくなってしまう、受信信号の変動から目標物体を検出することができない。

【0077】したがって、グラウンドレベル制御処理42は、受信信号のグラウンドレベルを調整することで、受信信号全体のレベルを上下に調整する。これにより、検出



しきい値を点線Bの位置に設定し、2値化しても受信信号の変動を確認できるようにする。

【0078】次に、図7のフローチャートを参照しながら、この発明の実施の形態1によるグラントレベル制御手段42の動作について詳細に説明する。

【0079】図7において、まず、変数  $i$ 、 $\text{Sum}[i]$ 、 $j$  の初期化を行い（ステップ701、702、703）、2次元配列  $\text{FPGA}[i][j]$  ( $j=0\sim59$ ) の値を、各サンプリングタイミングにおける積算回数60回分の積算値の和  $\text{Sum}[i]$  の値に加える（ステップ 10 704）。

【0080】続いて、変数  $j$  をインクリメントし（ステップ705）、変数  $j$  と、第1の積算手段52での積算回数  $N$  とを比較し、変数  $j$  が積算回数  $N$  よりも小さいか否かを判定する（ステップ706）。

【0081】ステップ706において、 $j < N$ （すなわち、YES）と判定されれば、ステップ704に戻り、 $j \geq N$ （すなわち、NO）と判定されれば、変数  $i$  をインクリメントする（ステップ707）。

【0082】次に、変数  $i$  と第1の積算手段52のシフトレジスタのビット数  $M$  とを比較して変数  $i$  がビット数  $M$  よりも小さいか否かを判定する（ステップ708）。

【0083】ステップ708において、 $i < M$ （すなわち、YES）と判定されれば、ステップ702に戻り、 $i \geq M$ （すなわち、NO）と判定されれば、各サンプリングタイミングにおける積算回数60回分の積算値の和  $\text{Sum}[i]$  を算出するとともに、算出した積算値の和  $\text{Sum}[i]$  の平均値  $\text{SumMean}$  を算出する（ステップ709）。

【0084】続いて、平均値  $\text{SumMean}$  と、あらかじめ設定された値  $\text{SUMMEAN1}$  とを比較して、平均値  $\text{SumMean}$  が設定値  $\text{SUMMEAN1}$  よりも小さいか否かを判定する（ステップ710）。

【0085】ステップ710において、 $\text{SumMean} \geq \text{SUMMEAN1}$ （すなわち、NO）と判定されれば、グラントレベル変更手段41のグラントレベルの設定値を前回値よりも  $\alpha$  だけ低減させる（ステップ711）。

【0086】一方、ステップ710において、 $\text{SumMean} < \text{SUMMEAN1}$ （すなわち、YES）と判定されれば、平均値  $\text{SumMean}$  と、あらかじめ設定された値  $\text{SUMMEAN2}$  ( $< \text{SUMMEAN1}$ ) とを比較して、平均値  $\text{SumMean}$  が設定値  $\text{SUMMEAN2}$  よりも大きいと判定する（ステップ712）。

【0087】ステップ712において、 $\text{SumMean} \leq \text{SUMMEAN2}$ （すなわち、NO）と判定されれば、グラントレベル変更手段41のグラントレベルの設定値を前回値よりも  $\alpha$  だけ増大させる（ステップ713）。

【0088】一方、ステップ712において、 $\text{SumM}$  50

$\text{ean} > \text{SUMMEAN2}$ （すなわち、YES）と判定されれば、グラントレベル変更手段41のグラントレベルは、設定値のままとする（ステップ714）。

【0089】グラントレベル制御手段42は、以上の各ステップ711、713、714での制御値に基づき、判定結果に対応したグラントレベル調整のための制御信号をD/A変換して、グラントレベル変更手段41に入力し（ステップ715）、図7の制御処理を終了する。

【0090】グラントレベル変更手段41は、グラントレベル制御手段42からの制御信号と受信手段2からの受信信号とを加算して、受信信号のグラントレベルを調整する。

【0091】次に、図8～図15を参照しながら、CPU300内の差分演算手段53と、第2の積算手段54と、反射信号立ち上がり検出手段6と、距離算出手段71と、検出判定手段72との各処理動作について順に説明する。図8～図10は、この発明の実施の形態1による動作を示す説明図であり、図11～図15は、この発明の実施の形態1による動作を示すフローチャートである。

【0092】目標物体とパルスレーダ装置との相対的な距離が変化している場合、図8に示すように、漏れ込み信号成分と周辺的目標物体からの反射信号成分が重畳されている部分に相当するサンプリングタイミングにおいては、受信信号の大きさが変化する。

【0093】一方、漏れ込み信号成分のみの部分に相当するサンプリングタイミングでは、受信信号の大きさはほぼ一定である。したがって、各サンプリングタイミングにおける受信信号の大きさをグラフに表すと、図9(a)～(d)のようになる。

【0094】図9(a)は、受信信号の時間変化を示し、図9(b)～(d)は、送信回数に対する受信信号の変化を示している。

【0095】すなわち、サンプリングタイミングが「1」の場合には、図9(b)のように受信信号の大きさは変化しない。

【0096】また、サンプリングタイミングが「2」～「3」の場合も、図9(c)のように受信信号は変化しない。実際には、受信信号にバラツキがあるので、僅かに変化するが、受信信号の大きさはほとんど変化しない。

【0097】また、サンプリングタイミングが「4」～「6」の場合、相対距離の変動により位相差に変化がある図9(d)のように受信信号の大きさは変化する。

【0098】したがって、各サンプリングタイミングにおける受信信号の大きさの絶対値を積算（第2の積算手段での積算値）していけば、図10のような結果となり、この積算値とあらかじめ設定した検出しきい値とを比較することで、漏れ込み信号成分と反射信号成分とを識別することができ、正確に目標物体を検出することが

できる。

【0099】まず、図11を参照しながら、差分演算手段53による処理動作について詳細に説明する。

【0100】まず、変数*i*に「0」を、変数*j*に「1」をそれぞれ初期設定し（ステップ1101）し、各サンプリングタイミングにおける積算値FPGA[*i*][*j*]と前回の積算値FPGA[*i*][*j*-1]との差分絶対値を算出し、この差分絶対値を各サンプリングタイミングにおける積算値の差分絶対値Diff[*i*][*j*-1]に代入する（ステップ1102）。

【0101】次に、変数*j*をインクリメントし（ステップ1103）、変数*j*と第1の積算手段52の積算回数*N*とを比較して、変数*j*が積算回数*N*以上か否かを判定する（ステップ1104）。

【0102】ステップ1104において、*j*<*N*（すなわち、NO）と判定されれば、ステップ1102に戻り、*j*≥*N*（すなわち、YES）と判定されれば、変数*i*をインクリメントする（ステップ1105）。

【0103】次に、変数*i*と第1の積算手段52のシフトレジスタのビット数*M*とを比較して変数*i*がビット数*M*以上か否かを判定する（ステップ1106）。

【0104】ステップ1106において、*i*<*M*（すなわち、NO）と判定されれば、変数*j*に「1」を設定して（ステップ1107）、ステップ1102に戻り、*i*≥*M*（すなわちYES）と判定されれば、図11の差分演算処理を終了する。

【0105】以上のように、差分演算手段53は、各サンプリングタイミング毎に前回と今回との第1の積算手段52の積算値の差分絶対値を算出する。

【0106】次に、図12を参照しながら、第2の積算手段54による処理動作について詳細に説明する。

【0107】図12において、まず、変数*i*、*j*に「0」を初期設定し（ステップ1201）、各サンプリングタイミングにおける積算値の差分絶対値の和DiffSum[*i*]に「0」を初期設定する（ステップ1202）。

【0108】次に、図11の差分演算処理にて算出した各サンプリングタイミングにおける積算値の差分絶対値Diff[*i*][*j*]を、DiffSum[*i*]に加え（ステップ1203）、変数*j*をインクリメントする（ステップ1204）。

【0109】続いて、変数*j*と第1の積算手段52の積算回数*N*とを比較して、変数*j*が積算回数*N*以上か否かを判定し（ステップ1205）、*j*<*N*（すなわち、NO）と判定されれば、ステップ1203に戻る。

【0110】ステップ1205において、*j*≥*N*（すなわちYES）と判定されれば、変数*i*をインクリメントし（ステップ1206）、変数*i*と第1の積算手段52のシフトレジスタのビット数*M*とを比較して、変数*i*がビット数*M*以上か否かを判定する（ステップ120

7）。

【0111】ステップ1207において、変数*i*<*M*（すなわち、NO）と判定されれば、変数*j*に「1」を設定して（ステップ1208）、ステップ1202に戻り、*i*≥*M*（すなわち、YES）と判定されれば、図12の第2の積算処理を終了する。

【0112】以上のように、第2の積算手段54は、サンプリングタイミング毎に差分絶対値の和を算出する。

【0113】次に、図13を参照しながら、反射信号立ち上がり検出手段6による処理動作について詳細に説明する。

【0114】図13において、まず、各サンプリングタイミングに付される番号（サンプリングタイミング番号）RiseNoに「255（16進数0xFF）」を初期設定し（ステップ1301）、変数*i*に「0」を初期設定する（ステップ1302）。

【0115】続いて、各サンプリングタイミングにおける積算値の差分絶対値の和DiffSum[*i*]と、あらかじめ設定されている所定値DIFFSUMTHとを比較して差分絶対値の和DiffSum[*i*]が設定値よりも大きいかなかを判定する（ステップ1303）。

【0116】ステップ1303において、DiffSum[*i*]>DIFFSUMTH（すなわち、YES）と判定されれば、サンプリングタイミング番号RiseNoに変数*i*を代入し（ステップ1304）、図13の反射信号立ち上がり検出処理を終了する。

【0117】一方、ステップ1303において、DiffSum[*i*]≤DIFFSUMTH（すなわち、NO）と判定されれば、変数*i*をインクリメントし（ステップ1305）、変数*i*と第1の積算手段52のシフトレジスタのビット数*M*とを比較して、変数*i*がビット数*M*以上か否かを判定する（ステップ1306）。

【0118】ステップ1306において、*i*≥*M*（すなわち、YES）と判定されれば、図13の反射信号立ち上がり検出処理を終了し、*i*<*M*（すなわち、NO）と判定されれば、ステップ1303に戻る。

【0119】以上のように、反射信号立ち上がり検出手段6は、送信の立ち上がりに近いほうから順に、各サンプリングタイミングにおける積算値の差分絶対値の和と所定値DIFFSUMTHとを比較して、所定値DIFFSUMTHを初めて超えるサンプリングタイミング番号（送信信号の立ち上がりに最も近いサンプリングタイミング）を算出する。

【0120】このようにして算出したサンプリングタイミング番号RiseNoから、反射信号の立ち上がりが判別することができる。

【0121】次に、図14を参照しながら、距離算出手段71による処理動作を詳細に説明する。

【0122】図14において、まず、反射信号立ち上がり検出処理にて算出したサンプリングタイミング番号R



riseNoが0よりも大きいかなかを判定する(ステップ1401)。

【0123】ステップ1401において、RiseNo>0(すなわち、YES)と判定されれば、以下の(1)式および(2)式にしたがって、前回距離Dist1および今回距離Dist2を算出する(ステップ1402)。

【0124】

【数1】

$$\text{DetDist} = \text{Dist1} + \text{Dist\_Unit} \times$$

$$(\text{DIFFSUMTH} - \text{DiffSum}[\text{RiseNo} - 1]) / (\text{DiffSum}[\text{RiseNo} - 1])$$

【0127】なお、(1)式～(3)式において、Dist\_Unitは、サンプリング間隔に相当する距離である。

【0128】以上のように、ステップ1403において検出距離DetDistを算出し、図14の距離算出処理を終了する。

【0129】一方、ステップ1401において、RiseNo≤0(すなわち、NO)と判定されれば、検出距離DetDistに最大距離DETDIST\_MAXを代入して(ステップ1404)、図14の距離算出処理を終了する。

【0130】以上のようにして、距離算出手段71は、受信信号の大きさが初めて検出しきい値を超えたサンプリングタイミングにおいて、そのサンプリングタイミング番号から距離を算出する。

【0131】次に、図15を参照しながら、検出判定手段72による処理動作について詳細に説明する。

【0132】図15において、まず、検出フラグDetFlagが「1」か否かにより、前回距離を算出したか否かを判定する(ステップ1501)。

【0133】ステップ1501において、DetFlag=1(すなわち、YES)と判定されれば、検出距離DetDistと前回の検出距離DetDistOldとの差分絶対値と、あらかじめ設定された値DIFF\_DETDIST\_THとを比較して、差分絶対値が設定値DIFF\_DETDIST\_THよりも大きいかなかを判定する(ステップ1502)。

【0134】ステップ1502において、検出距離DetDistと前回の検出距離DetDistOldとの差分絶対値が、あらかじめ設定された値DIFF\_DETDIST\_THよりも大きい(すなわち、YES)と判定されれば、検出距離DetDistが目標物体までの距離と判定する。続いて、カウンタCntをインクリメントし(ステップ1503)、カウンタCntとあらかじめ設定された値CNT\_THとを比較して、カウンタCntが設定値よりも大きいかなかを判定する(ステップ1504)。

$$\text{Dist1} = (\text{RiseNo} - 1) \times \text{DIST\_UNIT} \quad \dots (1)$$

$$\text{Dist2} = \text{RiseNo} \times \text{DIST\_UNIT} \quad \dots (2)$$

【0125】続いて、以下の(3)式にしたがって、前回距離Dist1と今回距離Dist2とを線形補間して検出距離DetDistを算出する(ステップ1403)。

【0126】

【数2】

$$\dots (3)$$

【0135】ステップ1504において、Cnt>CNT\_TH(すなわち、YES)と判定されれば、別の目標物体を検出したものと見なし、検出フラグDetFlagおよびカウンタCntにそれぞれ「0」を設定し(ステップ1505)、ステップ1512に進む。

【0136】一方、ステップ1504において、Cnt≤CNT\_TH(すなわち、NO)と判定されれば、同一の目標物体を検出したものと見なし、ステップ1505をスキップしてステップ1512に進む。

【0137】また、ステップ1502において、差分絶対値が設定値DIFF\_DETDIST\_TH以下(すなわち、NO)と判定されれば、目標物体を検出していないと見なし、カウンタCntに「0」を設定して(ステップ1506)、ステップ1512に進む。

【0138】一方、ステップ1501において、DetFlag=0(すなわち、NO)と判定されれば、検出距離DetDistと前回の検出距離DetDistOldとの差分絶対値と、設定値DIFF\_DETDIST\_THとを比較して、差分絶対値が設定値DIFF\_DETDIST\_TH以下か否かを判定する(ステップ1507)。

【0139】ステップ1507において、差分絶対値が設定値DIFF\_DETDIST\_TH以下(すなわち、YES)と判定されれば、カウンタCntをインクリメントし(ステップ1508)、カウンタCntと設定値CNT\_THとを比較して、カウンタCntが設定値CNT\_THよりも大きいかなかを判定する(ステップ1509)。

【0140】ステップ1509において、Cnt>CNT\_TH(すなわち、YES)と判定されれば、検出フラグDetFlagに「1」を設定し、カウンタCntに「0」を設定し(ステップ1510)、ステップ1512に進む。

【0141】一方、ステップ1509において、Cnt≤CNT\_TH(すなわち、NO)と判定されれば、ステップ1510をステップして、ステップ1512に進む。

【0142】また、ステップ1507において、差分絶対値が設定値DIFF\_DET\_DIST\_THよりも大きい（すなわち、NO）と判定されれば、カウンタCntに「0」を設定して（ステップ1511）、ステップ1512に進む。

【0143】最後に、ステップ1512において、前回の検出距離DetDistOldに検出距離DetDistを代入して、図15の検出判定処理を終了する（ステップ1512）。

【0144】以上のように、検出距離DetDistと前回の検出距離DetDistOldとの差分絶対値と、設定値DIFF\_DET\_DIST\_THとの比較によって、目標物体であるか否かを判定する。この判定の結果により、目標物体であれば、距離算出処理で算出した距離を目標物体までの距離と決定する。

【0145】このように、安定して検出距離が算出された場合のみ、検出フラグDetFlagを設定することにより、ノイズによる誤検出を防止することができる。

【0146】また、各サンプリングタイミングにおける受信信号の大きさを積算して、漏れ込み信号成分と反射信号成分との位相差による受信信号の大きさの時間変化を検出して、目標物体までの距離を算出し、目標物体の存在を検出するので、送受間の漏れ込み信号成分やレドームなどからの反射信号成分のノイズが存在しても、正確に目標物体を検出することができる。

【0147】また、受信信号のグランドレベルを上下に調整することにより、受信信号中のノイズと目標物体からの反射信号成分とを識別できるように、検出しきい値を自動調整することができるので、レーダの取付け状態の違いによって、漏れ込み信号成分などのノイズのレベルが異なる場合でも、パルスレーダ装置に特別な調整をすることなく使用することができる。なお、検出しきい値自体を制御しても同様の効果を得ることができる。

【0148】さらに、各サンプリングタイミングにおける差分絶対値の積算値の平均値を用いて線形補間することにより、粗いサンプリング間隔でも、距離計測の分解能を向上させることができる。

【0149】実施の形態2。なお、上記実施の形態1では、各サンプリングタイミングにおける変化の絶対値を積算して目標物体の検出をしたが、特定回数分の積算値の平均値を算出し、その平均値と各サンプリングタイミングにおける積算値の差の絶対値を算出して、相対速度が小さい目標物体の検出を容易にしてもよい。

【0150】以下、図面を参照しながら、相対速度が小さい目標物体の検出を容易にしたこの発明の実施の形態2について説明する。図16は、この発明の実施の形態2を示すブロック構成図である。

【0151】図16において、前述（図1参照）と同様のものについては、同一符号を付して、または符号の後に「A」を付して、詳述を省略する。

【0152】この場合、反射信号立ち上がり検出手段6Aは、検出しきい値設定手段61と立ち上がり検出手段62とを備えている。また、検出しきい値設定手段61は、ノイズレベル設定手段611と検出しきい値算出手段612とにより構成されている。

【0153】次に、図17、図18のフローチャートを参照しながら、この発明の実施の形態2による差分演算手段53Aの動作について説明する。

【0154】図17において、ステップ1701～1708および1711～1713は、前述（図5参照）のステップ501～512に対応している。また、ステップ1709および1710は、検出しきい値設定手段61および立ち上がり検出手段62の処理動作に対応している。

【0155】差分演算手段53Aによる処理は、前述（図5内のステップ507）と同様に、CPU300Aの処理ステップ1707において実行される。

【0156】図18は、差分演算手段53Aによる処理動作を示している。

【0157】図18において、ステップ1805～1809は、前述（図11参照）のステップ1103～1107に対応している。

【0158】まず、変数iに「0」を初期設定し（ステップ1801）、各サンプリングタイミングにおける積算値FPGA[i][0]～FPGA[i][59]（第1の積算手段52の積算回数を60回とした場合）の平均値DiffMean[i]を算出する（ステップ1802）。

【0159】次に、変数jに「0」を設定し（ステップ1803）、平均値DiffMean[i]と積算値FPGA[i][j]との差分絶対値Diff[i][j]を算出する（ステップ1804）。

【0160】続いて、変数jをインクリメントし（ステップ1805）、変数jと第1の積算手段52での積算回数Nとを比較して、変数jが積算回数N以上か否かを判定する（ステップ1806）。

【0161】ステップ1806において、j<N（すなわち、NO）と判定されれば、ステップ1804に戻り、j≥N（すなわち、YES）と判定されれば、変数iをインクリメントする（ステップ1807）。

【0162】続いて、変数iと第1の積算手段52でのシフトレジスタのビット数Mとを比較して、変数iがビット数M以上か否かを判定する（ステップ1808）。

【0163】ステップ1808において、i<M（すなわち、NO）と判定されれば、変数jに「1」を設定して、ステップ1802に戻り、i≥M（すなわち、YES）と判定されれば、図18の差分演算処理を終了する。

【0164】このように、第1の積算手段52での積算の特定回数分（例えば、60回分）の平均値DiffMean[i]を算出し、平均値と各サンプリングタイミン

グにおける積算値の差分絶対値  $\text{Diff}[i][j]$  を算出する。

【0165】また、第1の積算手段52での積算の特定回数分の平均値と各サンプリングタイミングにおける積算値の差分絶対値  $\text{Diff}[i][j]$  を算出する。これにより、相対速度が小さく、時間的な変化が少ない場合でも積算値を得ることができ、受信信号の変化を検出することができるようになり、相対速度が小さい目標物体の検出を容易にすることができる。

【0166】実施の形態3. なお、上記実施の形態1、2では、ノイズレベルの自動学習について、特に説明しなかったが、パルスレーダ装置に特別な変更をしなくても使用できるように、ノイズレベルの変化に対しても自動的に学習するように構成してもよい。

【0167】以下、図面を参照しながら、ノイズレベルを自動学習するようにしたこの発明の実施の形態3について説明する。

【0168】なお、この場合の装置構成は、前述（図16参照）と同様である。また、CPU300Aの処理動作は、図17に示した通りである。

【0169】次に、図16および図17とともに、図19および図20のフローチャートを参照しながら、この発明の実施の形態3による反射信号立ち上がり検出手段6Aの動作について詳細に説明する。

【0170】図17に示すように、反射信号立ち上がり検出手段6A内の処理手順は、検出しきい値設定手段61による処理（ステップ1709）に続いて、立ち上がり検出手段62による処理（ステップ1710）が行われるようになっている。

【0171】図19は、ノイズレベル設定手段611および検出しきい値算出手段612の処理で構成される検出しきい値設定手段61の処理動作を示している。

【0172】図19において、まず、ノイズレベル設定手段611は、第2の積算手段54により算出した各サンプリングタイミングにおける積算値の和  $\text{DiffSum}[i]$  ( $i = M1 \sim M2$ ,  $M1 \sim M2$ : あるサンプリングタイミングの範囲) の平均値  $\text{DiffSumMean}$  を算出する（ステップ1901）。

【0173】ここで、 $M1 \sim M2$  は、通常目標物体が存在しない範囲の値とする。なお、 $M1 = M2$  として、どれか1つのサンプリングタイミングにおける積算値をそのまま平均値  $\text{DiffSumMean}$  としてもよい。

【0174】続いて、検出しきい値算出手段612は、平均値  $\text{DiffSumMean}$  にあらかじめ設定されている所定値を加えて、検出しきい値  $\text{DiffSumThVal}$  とし（ステップ1902）、図19の検出しきい値設定処理を終了する。

【0175】なお、ステップ1902で加算される所定値は、ノイズレベルのバラツキに応じて設定されるか、もしくは、平均値  $\text{DiffSumMean}$  と積算値の和

$\text{DiffSum}[i]$  とのバラツキの最大値と一致するように設定されてもよい。

【0176】続いて、図20を参照しながら、立ち上がり検出手段62の処理動作について説明する。

【0177】図20において、まず、サンプリングタイミング番号  $\text{RiseNo}$  に「255 (16進数 0xFF)」を初期設定し（ステップ2001）、変数  $i$  に「0」を初期設定する（ステップ2002）。

【0178】続いて、第2の積算手段54により算出した各サンプリングタイミングの積算値の和  $\text{DiffSum}[i]$  と、検出しきい値設定手段61により算出した検出しきい値  $\text{DiffSumThVal}$  とを比較し、積算値の和  $\text{DiffSum}[i]$  が検出しきい値  $\text{DiffSumThVal}$  よりも大きいかな否かを判定する（ステップ2003）。

【0179】ステップ2003において、 $\text{DiffSum}[i] > \text{DiffSumThVal}$  (すなわち、YES) と判定されれば、サンプリングタイミング番号  $\text{RiseNo}$  に変数  $i$  を代入し（ステップ2004）、図20の立ち上がり検出処理を終了する。

【0180】一方、ステップ2003において、 $\text{DiffSum}[i] \leq \text{DiffSumThVal}$  (すなわち、NO) と判定されれば、変数  $i$  をインクリメントし（ステップ2005）、変数  $i$  と第1の積算手段52のシフトレジスタのビット数  $M$  とを比較して、変数  $i$  がビット数  $M$  以上かな否かを判定する（ステップ2006）。

【0181】ステップ2006において、 $i \geq M$  (すなわち、YES) と判定されれば、図20の立ち上がり検出処理を終了し、 $i < M$  (すなわち、NO) と判定されれば、ステップ2003に戻る。

【0182】このように、レーダの使用場所の移動で使用条件が異なり、受信信号のノイズレベルが変動した場合でも、自動的に検出しきい値を算出するので、パルスレーダ装置に特別な変更をすることなく、信頼性を維持しつつ使用することができる。

【0183】実施の形態4. なお、実施の形態1、2での差分演算手段53、53Aを利用して、広範囲の相対速度領域において目標物体を検出できるようにしてもよい。

【0184】以下、図面を参照しながら、広範囲の相対速度領域での目標物体検出を可能にしたこの発明の実施の形態4について説明する。図21は、この発明の実施の形態4を示すブロック構成図であり、前述（図1、図16参照）と同様のものについては、同一符号を付して、または符号の後に「B」を付して、詳述を省略する。

【0185】図21において、差分演算手段は、第1の差分演算手段531と第2の差分演算手段532とから構成されている。

【0186】第1の差分演算手段531および第2の差

分演算手段 532 の出力端は、第 2 の積算手段 54B に接続されている。

【0187】次に、図 22～図 24 のフローチャートを参照しながら、この発明の実施の形態 4 による各差分演算手段 531 および 532 による処理動作について詳細に説明する。

【0188】図 22 において、ステップ 2201～2206 および 2209～2214 は、前述（図 17 参照）のステップ 1701～1706 および 1708～1713 に対応している。

【0189】この場合、各差分演算手段 531 および 532 は、第 1 の差分演算処理（ステップ 2207）および第 2 の差分演算処理（ステップ 2208）を順に実行する。

【0190】図 23 において、ステップ 2301～2307 は、前述（図 11 参照）のステップ 1101～1107 に対応している。

【0191】この場合、第 1 の差分演算処理 531 で算出する積算値の差分絶対値  $Diff1[i][j]$  は、前述（図 1 参照）の差分演算手段 53（図 1 参照）による処理（図 11 参照）で算出した積算値の差分絶対値  $Diff[i][j]$  としている。したがって、動作は実施の形態 1 と同様であるので説明を省略する。

【0192】また、図 24 において、ステップ 2401～2409 は、前述（図 18 参照）のステップ 1801～1809 に対応している。

【0193】この場合、第 2 の差分演算処理 532 で算出する積算値の差分絶対値  $Diff2[i][j]$  は、前述（図 16 参照）の差分演算手段 53A による処理（図 18 参照）での積算値の差分絶対値  $Diff[i][j]$  としている。したがって、動作は実施の形態 2 と同様であるので説明を省略する。

【0194】次に、図 25 を参照しながら、第 2 の積算手段 54B による処理動作について詳細に説明する。

【0195】図 25 において、ステップ 2501～2508 は、前述（図 12 参照）のステップ 1201～1208 に対応しており、ステップ 2503 のみが異なる。

【0196】まず、変数  $i$ 、 $j$  に「0」を初期設定し（ステップ 2501）、各差分演算手段 531 および 532 で算出した積算値の和  $DiffSum[i]$  に「0」を初期設定する（ステップ 2502）。

【0197】続いて、第 1 の差分演算手段 531 による積算値の和  $Diff1[i][j]$  と、第 2 の差分演算手段 532 による積算値の和  $Diff2[i][j]$  との和を、積算値の和  $DiffSum[i]$  に加え（ステップ 2503）、変数  $j$  をインクリメントする（ステップ 2504）。

【0198】次に、変数  $j$  と第 1 の積算手段 52 での積算回数  $N$  とを比較し、変数  $j$  が積算回数以上か否かを判定し、する（ステップ 2505）。

【0199】ステップ 2505 において、 $j < N$ （すなわち、NO）と判定されれば、ステップ 2503 に戻り、 $j \geq N$ （すなわち、YES）と判定されれば、変数  $i$  をインクリメントし（ステップ 2506）、変数  $i$  と第 1 の積算手段 52 のシフトレジスタのビット数  $M$  とを比較し、変数  $i$  がビット数  $M$  以上か否かを判定する（ステップ 2507）。

【0200】ステップ 2507 において、 $i < M$ （すなわち、NO）と判定されれば、変数  $j$  に「1」を設定して（ステップ 2208）、ステップ 2502 に戻り、 $i \geq M$ （すなわち、YES）と判定されれば、図 25 の処理を終了する。

【0201】このように、第 2 の積算処理では、サンプリングタイミング毎の各差分演算処理の積算値の和を算出するので、目標物体の相対速度が比較的小さい場合でも、比較的大きい場合でも、積算値を得て受信信号の変化を検知することができ、ノイズとの区別が容易となる。

【0202】

【発明の効果】以上のように、この発明によれば、パルス信号の送信間隔を制御するタイミング制御手段と、タイミング制御手段の制御下でパルス信号を送信する送信手段と、パルス信号による目標物体からの反射信号成分およびノイズ成分を含む受信信号を受信する受信手段と、タイミング制御手段の制御下で第 1 の送信間隔中に送信された所定送信回数分のパルス信号の集合および第 2 の送信間隔中に送信された所定送信回数分のパルス信号の集合の受信信号の集合の変化を検出する受信信号変化検出手段と、受信信号の集合の変化に基づいて反射信号成分の立ち上がり時点を検出する反射信号立ち上がり検出手段と、反射信号の立ち上がり時点に基づいて距離値を求めるとともに、目標物体の存在を判定する測距・検出手段とを備えたので、受信信号に漏れ込み信号成分やレドームなどからの反射信号が存在しても正確に目標物体を検出することのできるパルスレーダ装置が得られる効果がある。

【0203】また、この発明によれば、受信信号変化検出手段は、受信信号のレベルを所定レベルと比較して、受信信号を 2 値化するコンパレータ手段と、コンパレータ手段の出力値をサンプリングし、所定送信回数分の第 1 および第 2 の送信間隔毎に出力値を積算し、サンプリングタイミング毎の第 1 および第 2 の積算値を算出する第 1 の積算手段と、第 1 および第 2 の積算値との差分値を算出する差分演算手段と、サンプリングタイミング毎に差分値を所定の積算回数分だけ積算する第 2 の積算手段とを備えたので、受信信号にノイズが存在しても、正確に目標物体からの反射信号成分を検出することのできるパルスレーダ装置が得られる効果がある。

【0204】また、この発明によれば、受信信号変化検出手段は、受信信号のレベルを所定レベルと比較して、

受信信号を2値化するコンパレータ手段と、コンパレータ手段の出力値をサンプリングし、所定送信回数分の第1および第2の送信間隔毎に出力値を積算し、サンプリングタイミング毎の第1および第2の積算値を算出する第1の積算手段と、第1および第2の積算値の平均値を算出し、平均値と第1および第2の積算値との差分値を算出する差分演算手段と、サンプリングタイミング毎に差分値を所定の積算回数分だけ積算する第2の積算手段とを備えたので、受信信号のノイズと存在しても、さらに正確な目標物体の検出をすることのできるパルスレーダ装置が得られる効果がある。

【0205】また、この発明によれば、受信信号変化検出手段は、受信信号のレベルを所定レベルと比較して、受信信号を2値化するコンパレータ手段と、コンパレータ手段の出力値をサンプリングし、所定送信回数分の第1および第2の送信間隔毎に出力値を積算し、サンプリングタイミング毎の第1および第2の積算値を算出する第1の積算手段と、第1および第2の積算値との第1の差分値を算出する第1の差分演算手段と、第1および第2の積算値の平均値を算出し、平均値と第1および第2の積算値との第2の差分値を算出する第2の差分演算手段と、サンプリングタイミング毎に第1および第2の差分値を所定の積算回数分だけ積算する第2の積算手段とを備えたので、漏れ込み信号成分などのノイズが存在しても、パルスレーダ装置との相対速度において、時間的な変化が少ない相対速度が小さい場合や、反対に時間的な変化が多い相対速度が大きい場合など広範囲な相対速度領域において正確に目標物体を検出することのできるパルスレーダ装置が得られる効果がある。

【0206】また、この発明によれば、反射信号立ち上がり検出手段は、第2の積算手段による積算値を所定の検出しきい値と比較して、積算値が検出しきい値を超えたときのサンプリングタイミングのうち最も送信時刻の早いサンプリングタイミングを立ち上がり時点として検出するので、レーダの使用環境が変化してノイズレベルが変化しても自動的にそれを学習し、特別な変更をすることのないパルスレーダ装置が得られる効果がある。

【0207】また、この発明によれば、反射信号立ち上がり検出手段は、積算値に基づいて検出しきい値を可変設定する検出しきい値設定手段を含み、積算値を検出しきい値設定手段により設定された検出しきい値と比較して、サンプリングタイミングを検出するので、ノイズレベルの変化に応じて、検出しきい値を自動調整することのできるパルスレーダ装置が得られる効果がある。

【0208】また、この発明によれば、検出しきい値設定手段は、サンプリングタイミング毎の積算値の平均値を算出し、平均値をノイズレベルに設定するノイズレベル設定手段と、ノイズレベルに基づいて検出しきい値を算出する検出しきい値算出手段とを含むので、通常目標物体が存在しないノイズのみが存在するサンプリングタ

イミングにおけるノイズの平均値を算出してノイズレベルの変化に対応することのできるパルスレーダ装置が得られる効果がある。

【0209】また、この発明によれば、測距・検出手段は、立ち上がり時点に基づいた距離値を算出する距離算出手段と、距離値を所定の設定値と比較して、目標物体の存在を判定する検出判定手段とを備えたので、粗いサンプリング間隔で受信信号をサンプリングしても精度の良い検出結果を得ることのできるパルスレーダ装置が得られる効果がある。

【0210】また、この発明によれば、第1および第2の積算値に基づいて受信信号のグラントレベルを調整する受信信号レベル調整手段を備えたので、レーダの取付け状態などの使用条件が異なり、漏れ込み信号成分などのノイズレベルが異なる場合でも、特別な調整をすることなく使用することのできるパルスレーダ装置が得られる効果がある。

【0211】また、この発明によれば、受信信号レベル調整手段は、第1および第2の積算値に基づいてグラントレベルを調整するための制御信号を出力するグラントレベル制御手段と、制御信号に基づいて受信信号のグラントレベルを変更するグラントレベル変更手段とを備えたので、使用条件の変化により、受信信号のノイズレベルが異なる場合でも、特別な調整をすることなく使用することのできるパルスレーダ装置が得られる効果がある。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 この発明の実施の形態1を示すブロック構成図である。

【図2】 この発明の実施の形態1を示すブロック構成図である。

【図3】 この発明の実施の形態1を示すブロック構成図である。

【図4】 この発明の実施の形態1による各信号波形を示すタイミングチャートである。

【図5】 この発明の実施の形態1による動作を示すフローチャートである。

【図6】 この発明の実施の形態1による動作を示す説明図である。

【図7】 この発明の実施の形態1による動作を示すフローチャートである。

【図8】 この発明の実施の形態1による動作を示す説明図である。

【図9】 この発明の実施の形態1による動作を示す説明図である。

【図10】 この発明の実施の形態1による動作を示す説明図である。

【図11】 この発明の実施の形態1による動作を示す説明図である。

【図12】 この発明の実施の形態1による動作を示す

フローチャートである。

【図 13】 この発明の実施の形態 1 による動作を示すフローチャートである。

【図 14】 この発明の実施の形態 1 による動作を示すフローチャートである。

【図 15】 この発明の実施の形態 1 による動作を示すフローチャートである。

【図 16】 この発明の実施の形態 2、3 を示すブロック構成図である。

【図 17】 この発明の実施の形態 2、3 による動作を示すフローチャートである。

【図 18】 この発明の実施の形態 2 による動作を示すフローチャートである。

【図 19】 この発明の実施の形態 3 による動作を示すフローチャートである。

【図 20】 この発明の実施の形態 3 による動作を示すフローチャートである。

【図 21】 この発明の実施の形態 4 を示すブロック構成図である。

【図 22】 この発明の実施の形態 4 による動作を示すフローチャートである。

【図 23】 この発明の実施の形態 4 による動作を示すフローチャートである。

【図 24】 この発明の実施の形態 4 による動作を示すフローチャートである。

【図 25】 この発明の実施の形態 4 による動作を示す

フローチャートである。

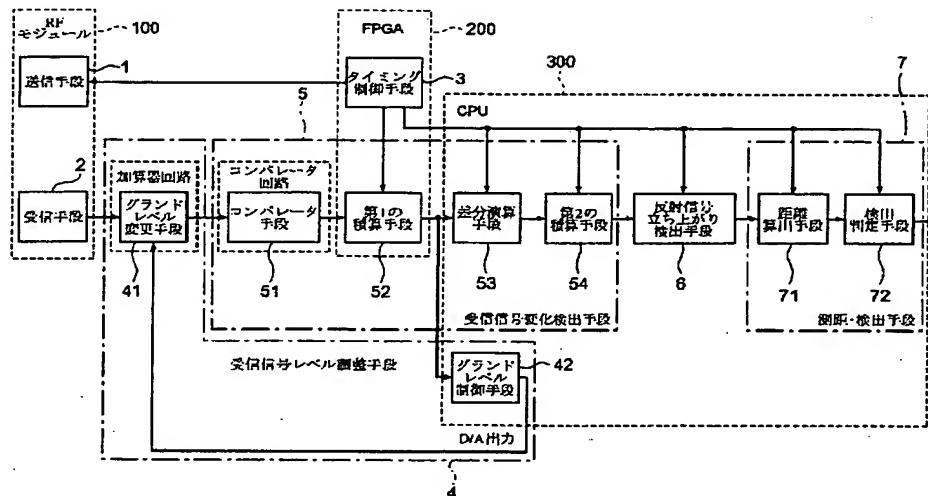
【図 26】 従来のパルスレダ装置を示すブロック構成図である。

【図 27】 従来のパルスレダ装置による送受信信号のパルス波形を示すタイミングチャートである。

【符号の説明】

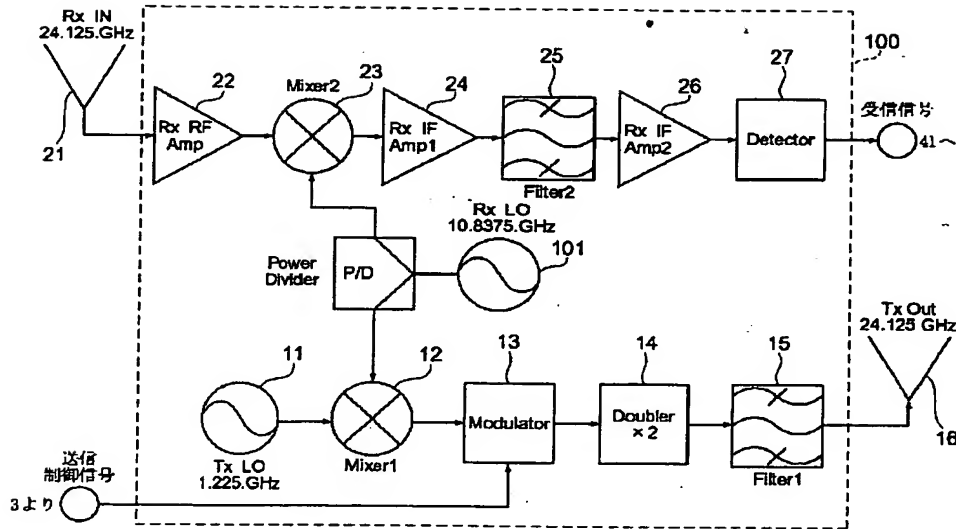
1 送信手段、2 受信手段、3 タイミング制御手段、4 受信信号レベル調整手段、5、5B 受信信号変化検出手段、6、6A 反射信号立ち上がり検出手段、7 測距・検出手段、11 発信器、12 ミクサ、13 モジュレータ、14 通倍器、15 フィルタ、16 送信アンテナ、21 受信アンテナ、22 増幅器、23 ミクサ、24 増幅器、25 フィルタ、26 増幅器、27 検出器、41 グランドレベル変更手段、42 グランドレベル制御手段、51 コンパレータ手段、52 第 1 の積算手段、52a n ビットシフトレジスタ、52b 加算器、53c 積算用レジスタ、53、53A 差分演算手段、54、54B 第 2 の積算手段、61 検出しきい値設定手段、62 立ち上がり検出手段、71 距離算出手段、72 検出判定手段、100 RF モジュール、101 発信器、200 FPGA、300 CPU、300A、300B CPU、531 第 1 の差分演算手段、532 第 2 の差分演算手段、611 ノイズレベル設定手段、612 検出しきい値算出手段。

【図 1】

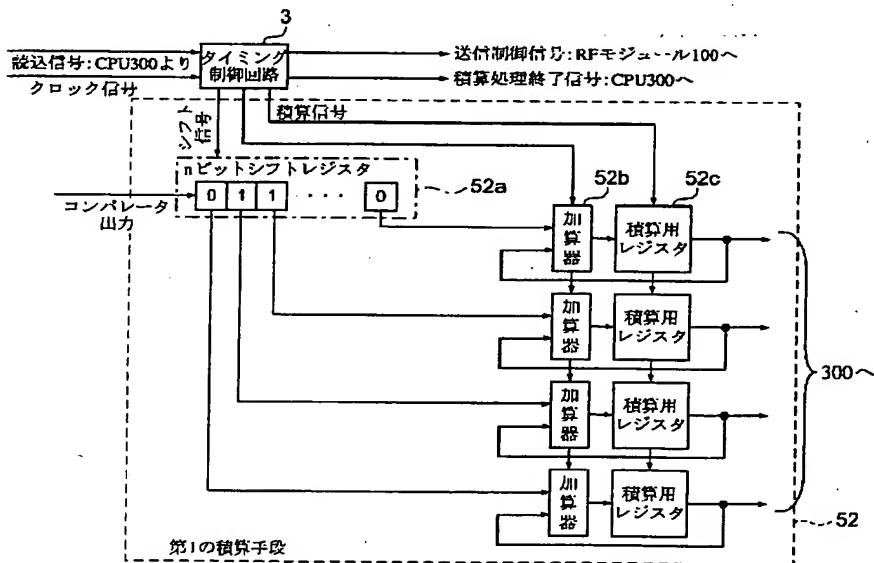




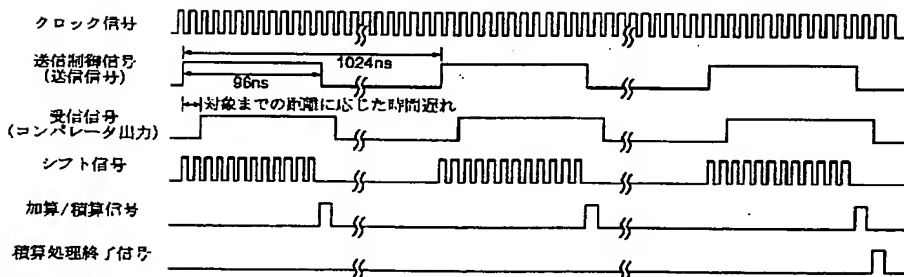
【図2】



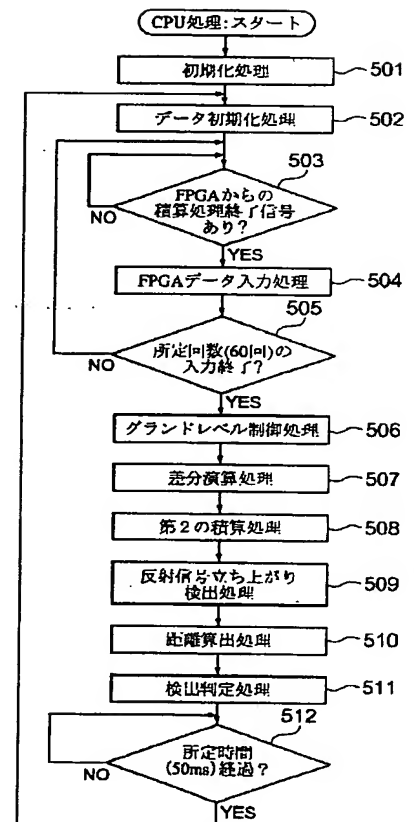
【図3】



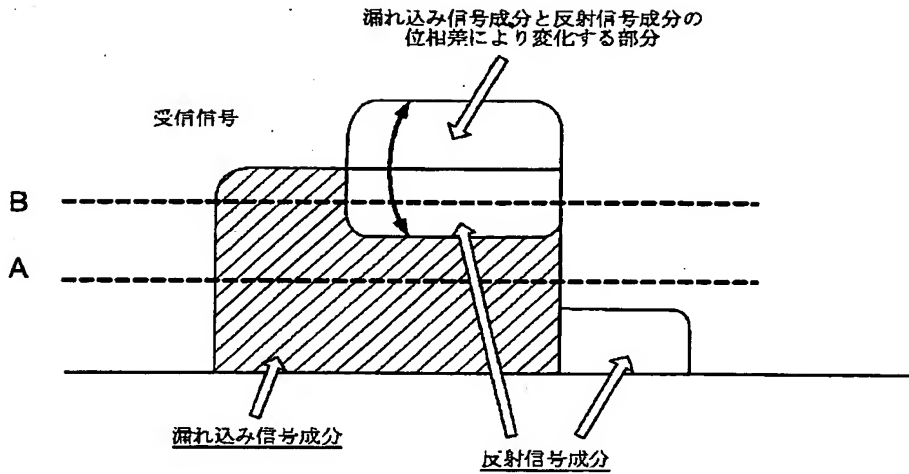
【図4】



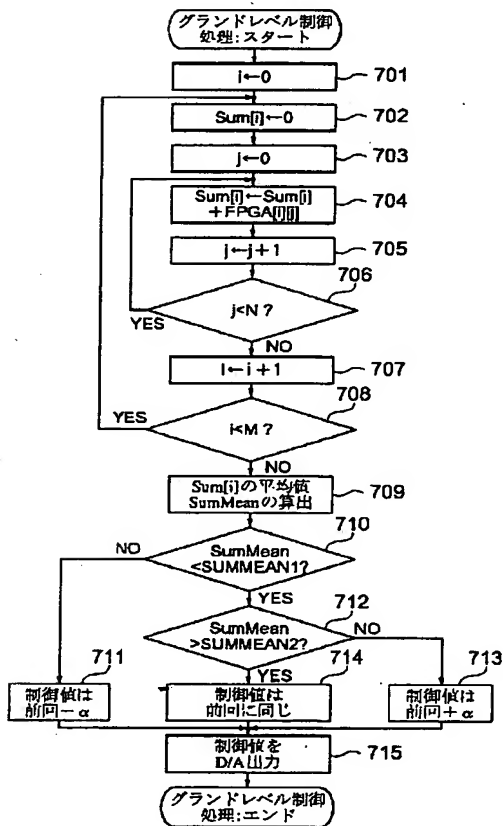
【図5】



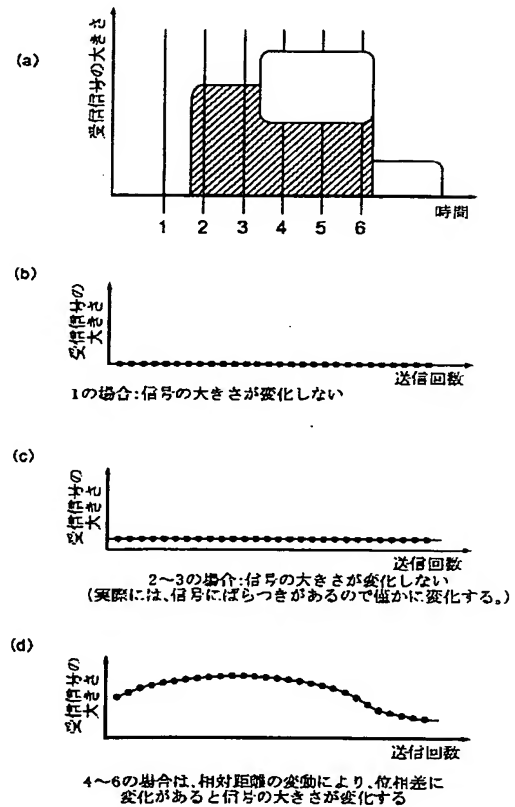
【図6】



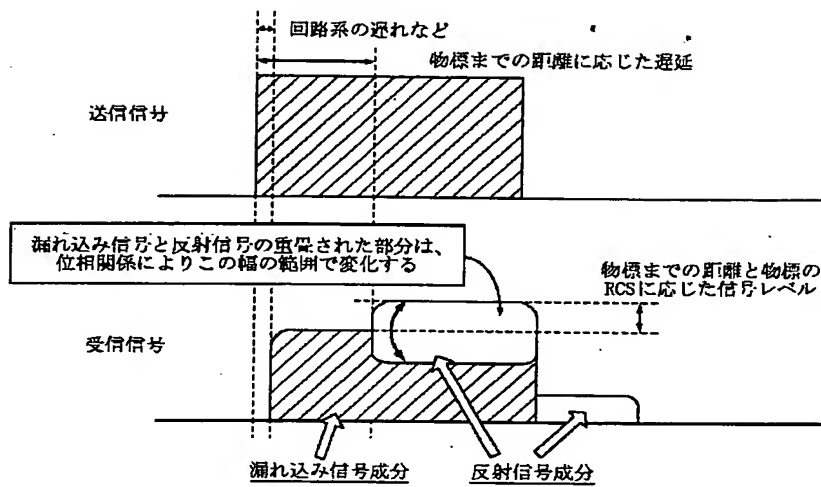
【図7】



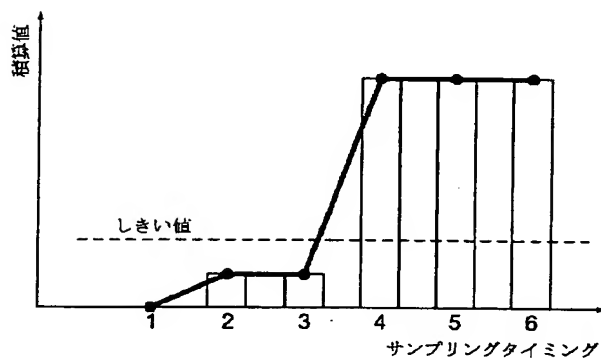
【図9】



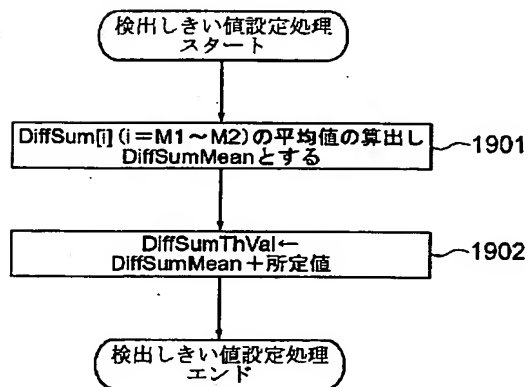
【図 8】



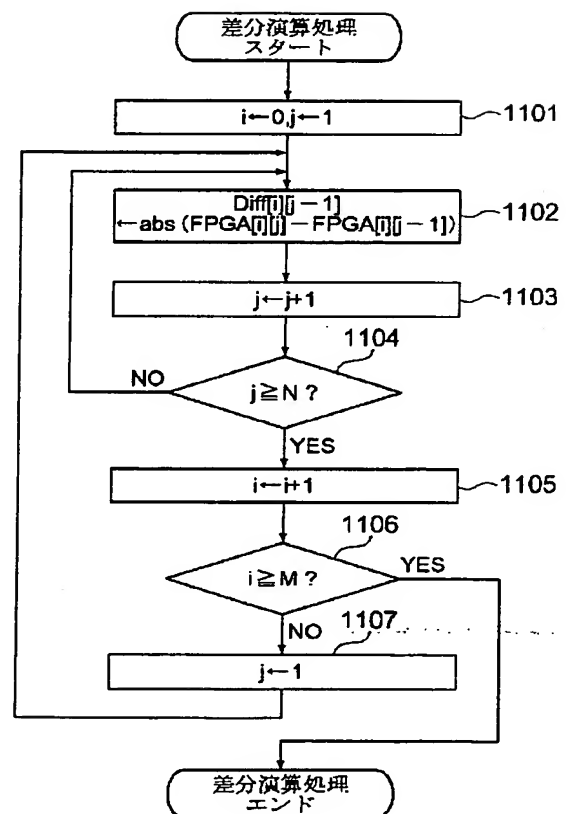
【図 10】



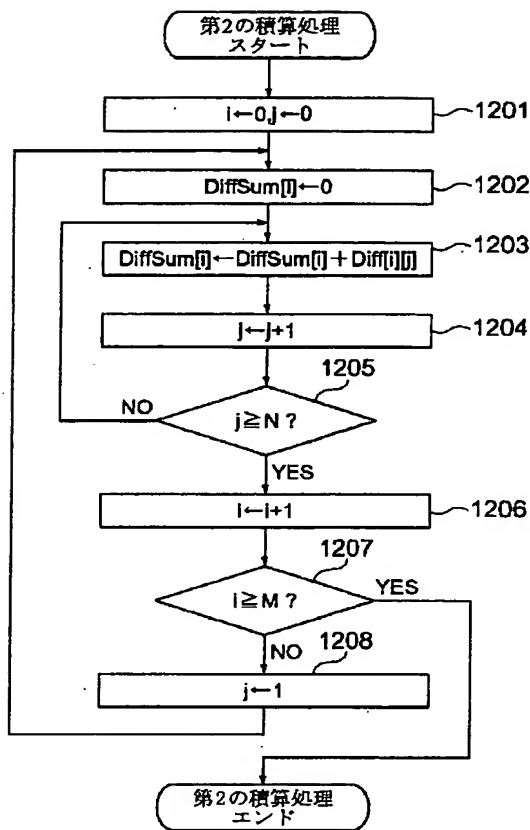
【図 19】



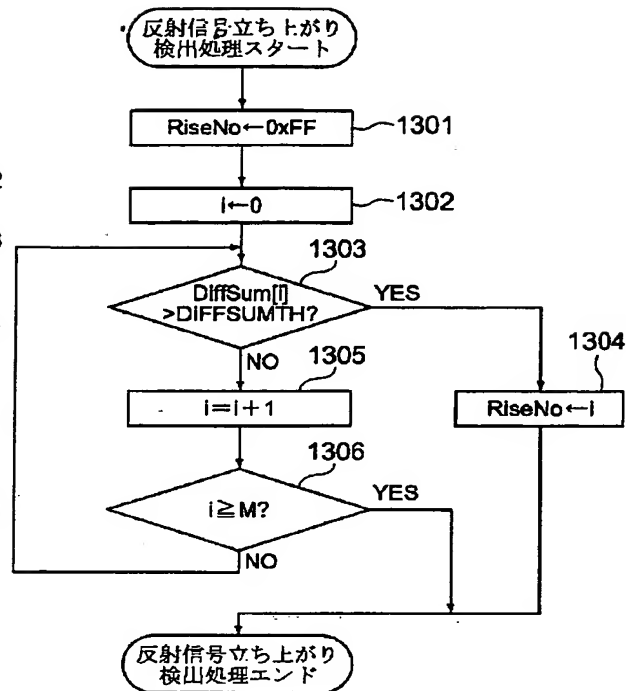
【図 11】



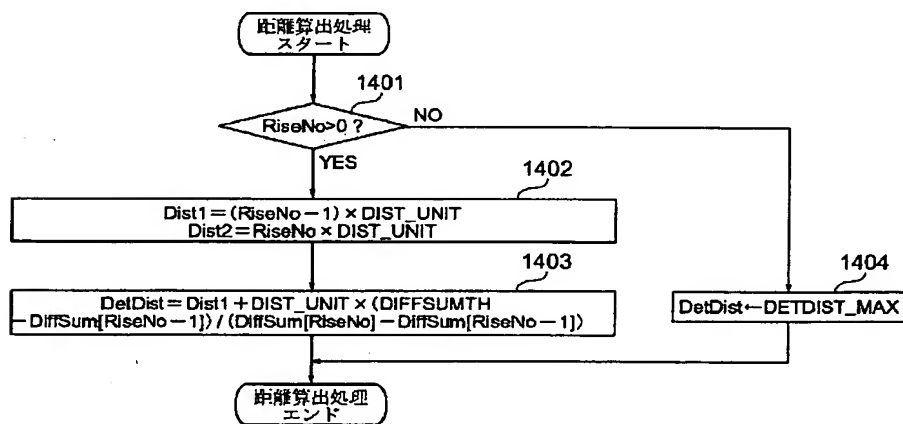
【図 12】



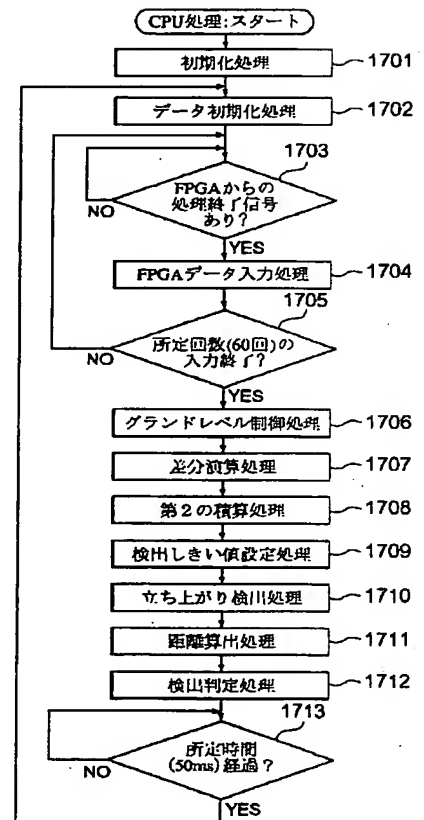
【図 13】



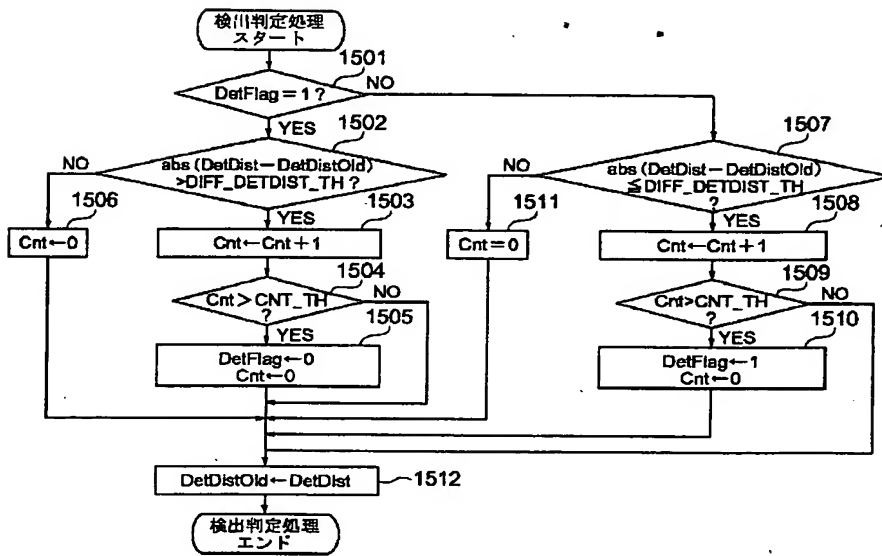
【図 14】



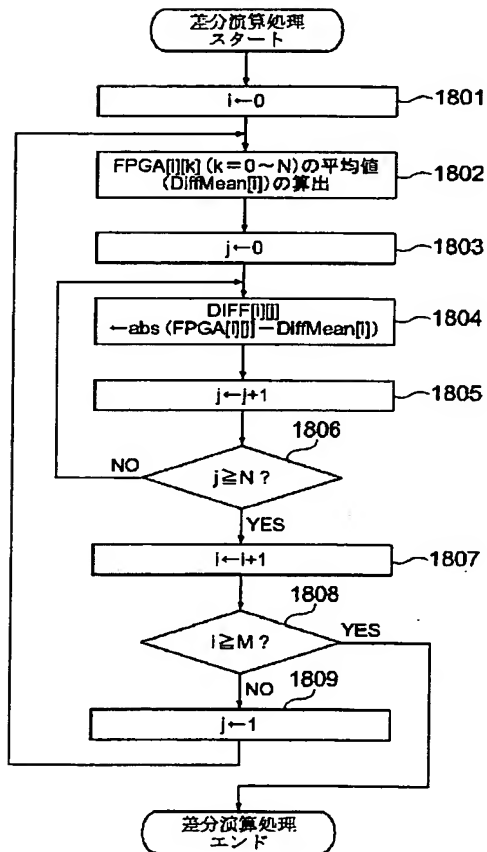
【図 17】



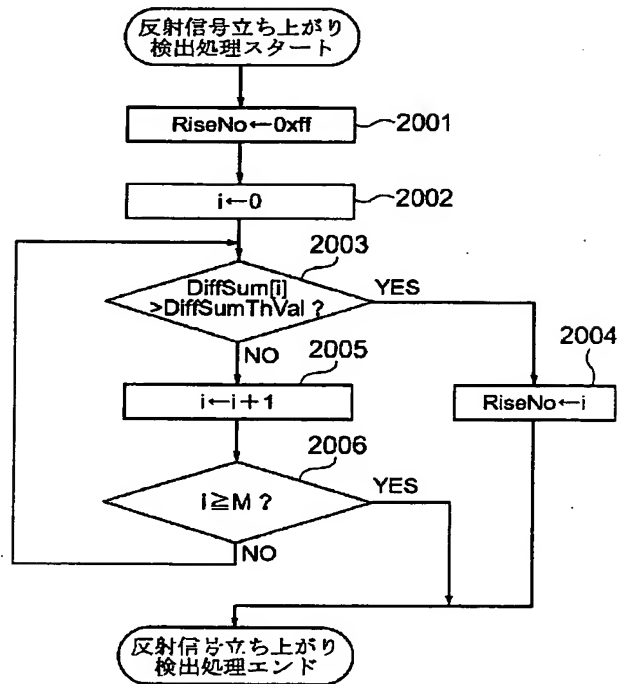
【図 15】



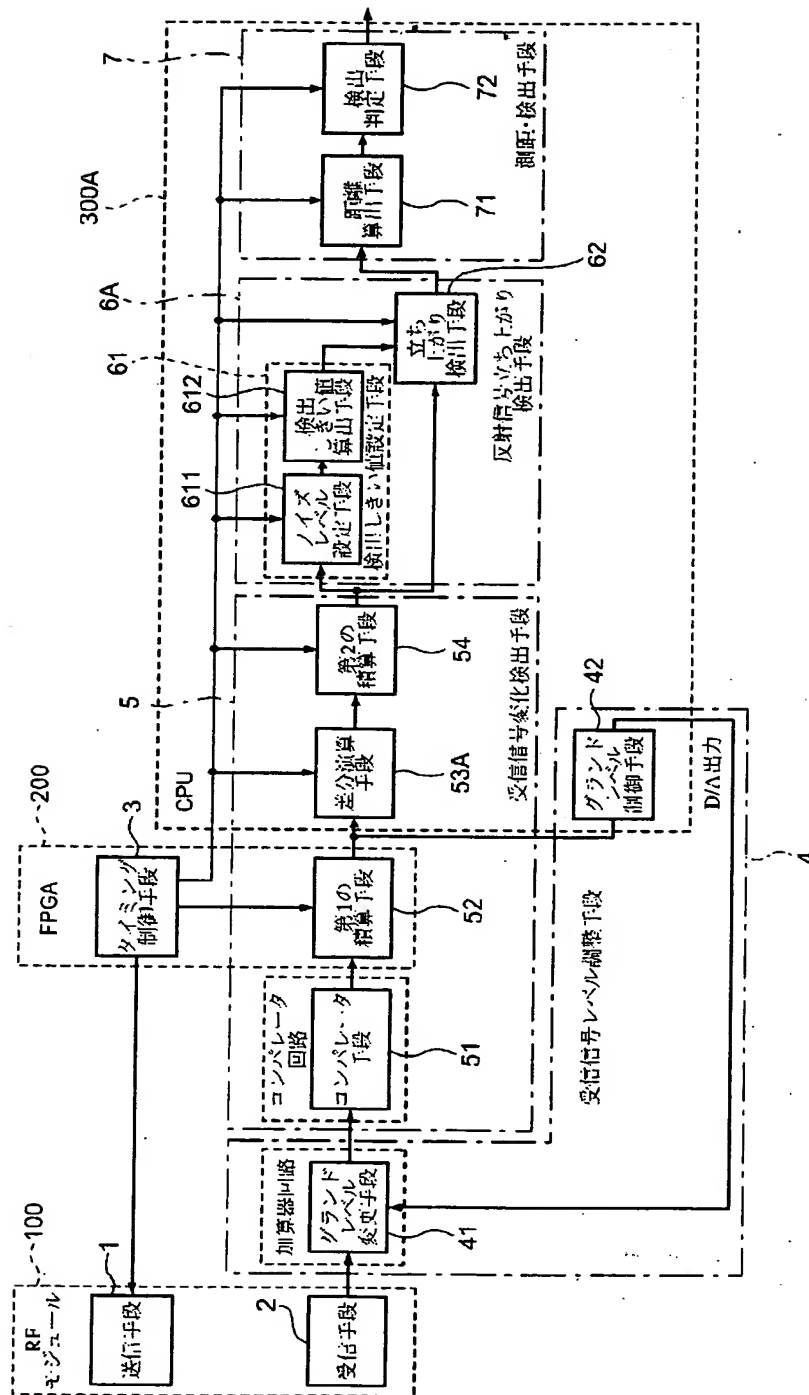
【図 18】



【図 20】

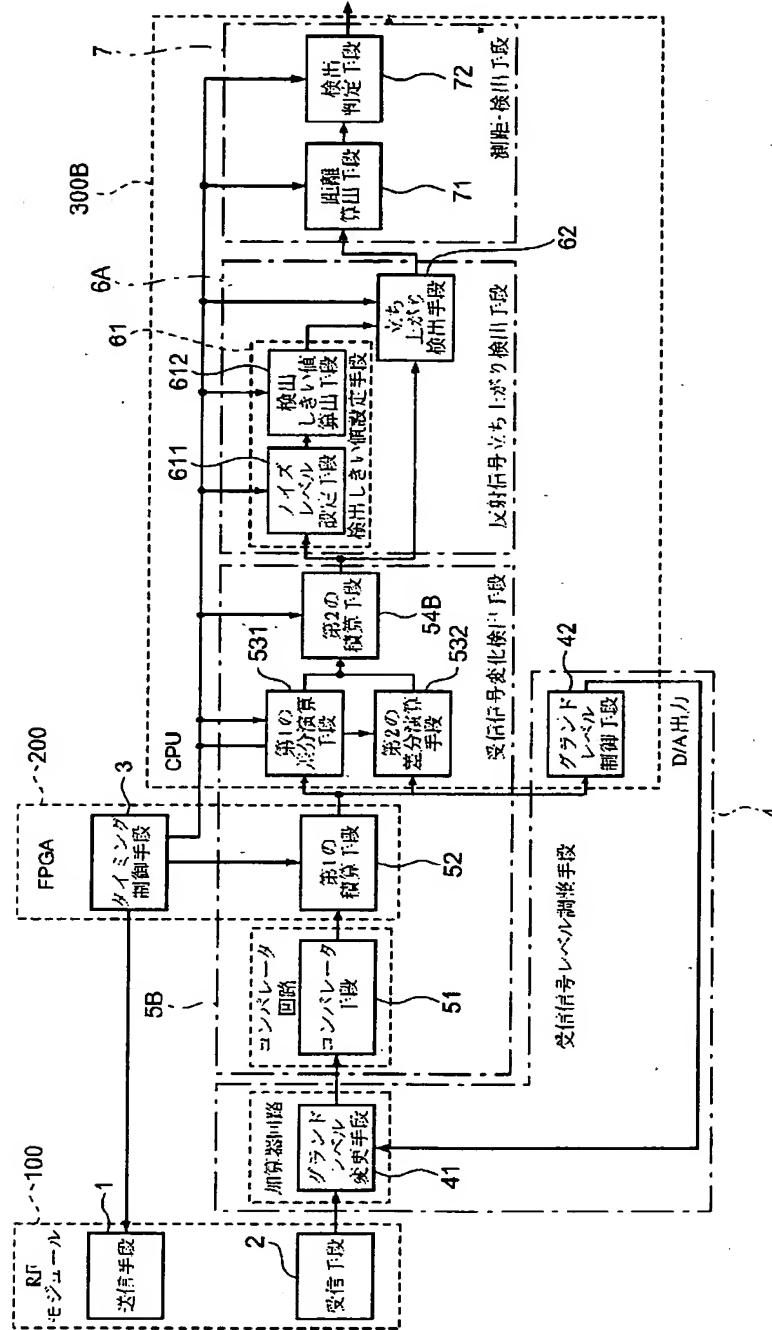


【図16】

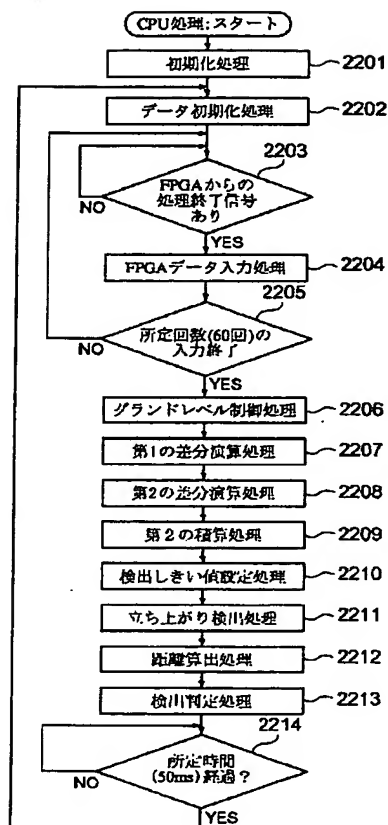




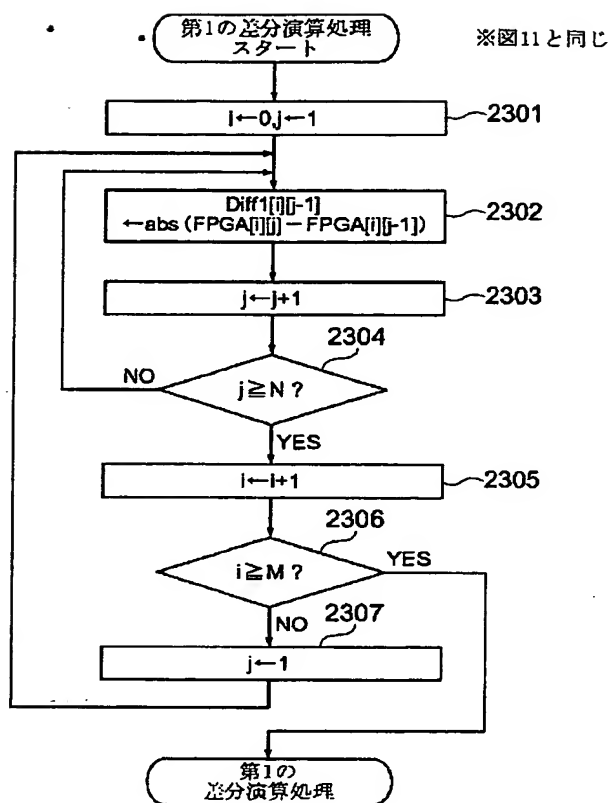
【図21】



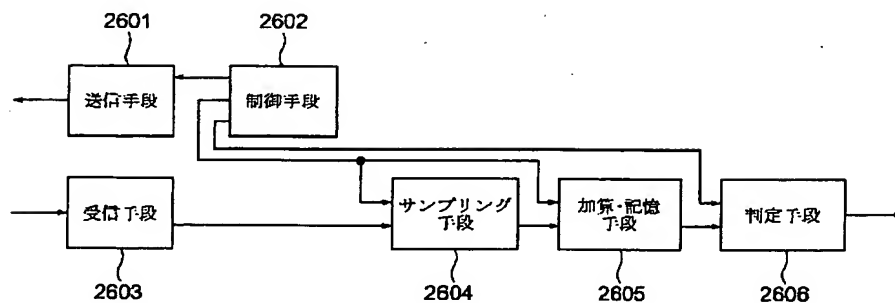
【図 22】



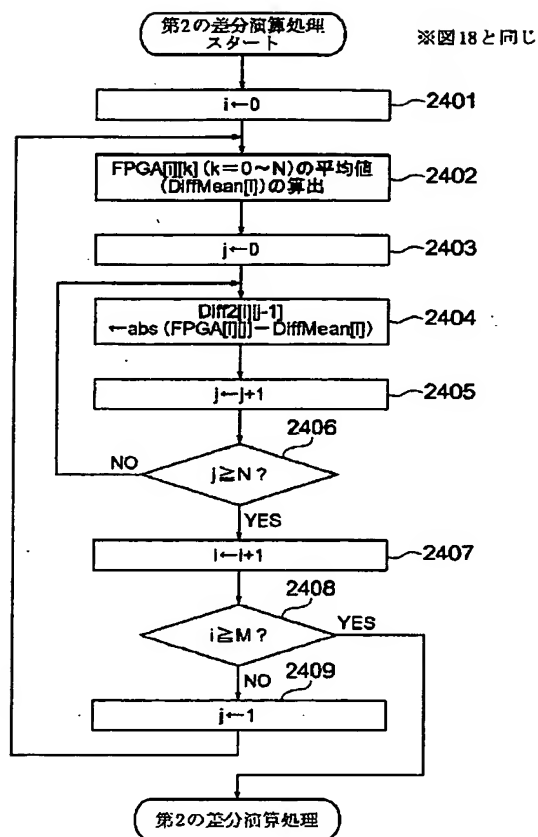
【図 23】



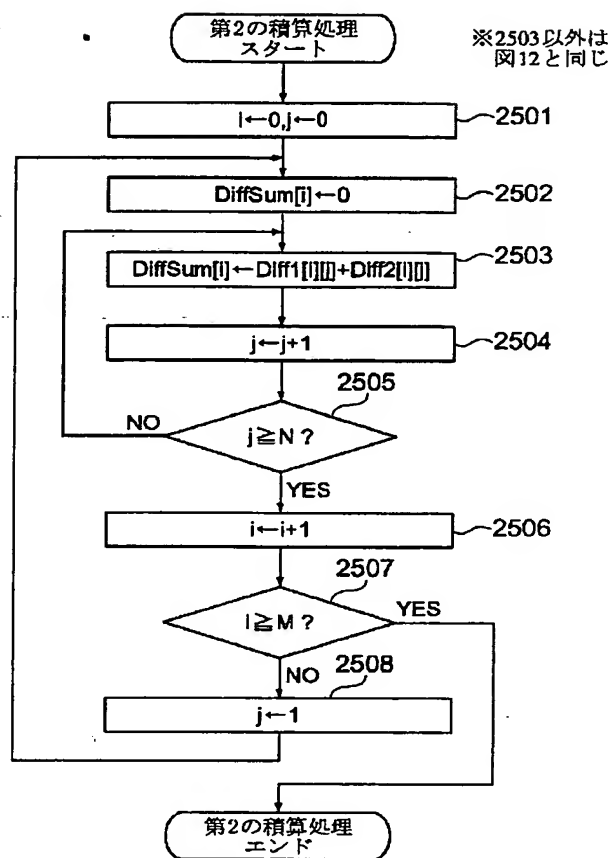
【図 26】



【図 24】



【図 25】



【図 27】

